

УДК 553.3/4.078

СЕРЕБРЯНОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены сведения о распространённости серебряного оруденения эпitherмального типа серебро-сурьмяной и ртутно-серебряной формаций юго-востока Горного Алтая. Основную рудоконтролирующую роль в локализации оруденения осуществляли структурные факторы (разломы разных порядков). Рудные тела представлены жилами, жильными зонами и штокверками. Текстуры руд: вкрапленные, прожилково-вкрапленные, массивные, пятнистые, коррозионные, катакlastические, друзовые, каркасные. Руды представлены серебро-сульфосольными ассоциациями минералов при ведущей роли аргентита, тетраэдрита, теннантита, бурнонита, зелигманита, гудмундита, джемсонита. Концентрации серебра в рудах варьируют от нескольких десятков до нескольких тысяч граммов на тонну. Прогнозные ресурсы серебра для Юстыдского рудного узла составили категорий P_1 – 5822 т, P_2 – 25347 т.

Ключевые слова: руда, серебряное оруденение, рудные тела, жилы, штокверки, сульфосоли серебра, прогнозные ресурсы

SILVER ORE MINERALIZATION OF MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Informations about dissemination of silver ore mineralization epithermal type silver-antimony and mercury-silver formations of south-east Mountain Altai lead. The main metallotect role in the localization of ore mineralization realized structural factors (discontinuity of different order). Ore bodies presented by lodes and stockworks. Textures of ores are disseminated, stinger-dissemination, massive, spotted, corrosions, cataclastic texture, drusy, framestones. Ores presented silver-sulfosalts association minerals at basic role of argentite, tetrahedrite, tennantite, bournonite, zeligmannite, gudmundite, jamsonite. Concentrations of silver in ores vary from some tens to some thousands gramme on tun. Prognostic resources of silver for Justyd ore district composed on category P_1 – 5822 t, P_2 – 25347 t.

Keywords: ore, silver ore mineralization, ore bodies, lodes, stockworks, sulfosalts of silver, prognostic resources

Серебряное оруденение в Горном Алтае формировалось в позднепермско-раннеюрский этап тектоно-магматической активизации, связанной с функционированием плюмтектоники [2]. Превалирующее значение оно получило в пределах Коксаирского ртутно-сереброрудного поля, прогнозируемых Янтаусского сереброрудного, Чибитского свинец-сереброрудного, Богутинского свинец-сереброрудного полей, Озёрно-Асхатинской сереброрудной зоны Калгутино-Юстыдского серебро-редкометалльного рудного района. На сопредельной территории Монголии находится крупное Асхатинское месторождение серебра. Во всех металлогенических таксонах оруденение относится к эпitherмальной серебро-сурьмяной и ртутно-серебряной рудным формациям [1]. В его локализации основную роль играет структурный фактор. Рудоконтролирующими структурами являются крупные зоны глубинных разломов: Курайско-Кобдогский, Толбонурский, Цаган-Шибетинский. Рудолокализующими выступают опережающие разломы второго и третьего порядков. Наиболее крупные объекты находятся в составе Озёрно-Асхатинской сереброрудной зоны.

Юстыдский золото-серебро-кобальтоторудный узел приурочен к одноимен-

ному тектоническому блоку (Юстыдский прогиб) с терригенными разрезами кзылшинской серии ($D_{2,3}$), ташантинской (D_2), барбургазинской (D_2), богутинской (D_3) свит, интродуцированных гранит-лейкогранитовыми образованиями юстыдского комплекса (D_3). Эпitherмальное оруденение приурочено к зонам разломов, контролирующим внедрение даек долеритов и лампрофиров (J_1), относящимся к производным щелочно-базальтовой мантийной магмы. Эпitherмальное оруденение кобальта и серебра являются звеньями единого ряда рудных формаций Алтае-Саянской складчатой области: арсенидной никель-кобальтовой – эпitherмальной свинцово-цинковой – флюоритовой – серебряно-сульфосольной – ртутной. По сути это единый рудный комплекс, являющийся звеном единой пятиэлементной формации.

В распространении более позднего эпitherмального жильного серебро-сульфосольного, серебро-свинцового, ртутно-серебряного оруденения определяющую роль играли крупные разломы глубинного заложения Рудный узел перспективен на обнаружение полихронных комплексных месторождений вольфрама, кобальта, серебра, ртути, золота. В пределах юстыдского рудного узла для позднепермско-раннеюр-

ского этапа выделяются перспективные на серебро металлогенические таксоны: Озёрно-Асхатинская серебрянорудная зона, Коксаирское ртутно-серебрянорудное поле, прогнозируемые Янтауское серебрянорудное и Богутинское свинец-серебрянорудное поля.

Озёрно-Асхатинская серебрянорудная зона приурочена к зоне разлома северо-восточного простирания с многочисленными серебряными, свинцово-серебряными проявлениями и месторождениями.

Руды Озёрно-Асхатинского рудного поля характеризуются весьма сложным минеральным составом, в них установлено более 60 минералов. Главными рудными минералами являются тетраэдрит, халькостибит, бурнонит, халькопирит, пирит, арсенипирит, цинкениит, гудмундит. В пределах рудного поля развиты руды сидерит-сульфосольного типа, которые подразделяются на пять минеральных сортов руд, отличающихся по составу и содержанию рудных минералов и компонентов: тетраэдритовый, халькостибит-тетраэдритовый, цинкениитовый, бурнонит-тетраэдритовый и галенит-бурнонитовый.

В различных участках руды заметно отличаются по минеральному составу при этом с юго-запада рудного поля на северо-восток происходит закономерная смена преобладающих рудных минеральных ассоциаций: южный фланг Озёрного месторождения – галенит-бурнонитовая; Озёрное месторождение – бурнонит-тетраэдритовая; рудное тело 1 – джемсонит-цинкениитовая; участок Пограничный тетраэдрит-гудмундит-джемсонитовая; западная часть Асхатина халькостибит-тетраэдритовая; центральная часть Асхатина халькопирит-тетраэдритовая. В этом же направлении в халькостибите увеличивается содержание висмута с 1–2 до 12%.

Среднее по запасам *Озёрное сурьмяно-серебряное месторождение* локализуется в толще терригенных осадочных пород на границе отложений богутинской и барбургазинской свит девона в северном крыле Кара-Оюкской синклинали. В плане имеет протяженность 3,8 км при изученной ширине от 200 до 500 м. Простирание рудной зоны по азимуту 45–60°, падение на юго-запад под углом 60–80°. Рудоконтролирующими структурами являются разрывные нарушения СВ и С–СВ простирания, крутого (до 85–90°) юго-восточного падения. Рудные тела трассируются и располагаются кулисообразно в полосе интенсивного развития рудоконтролирующих нарушений. Ши-

рина рудоконтролирующей полосы более 200 м.

Всего на месторождении выявлено более двух десятков рудных тел с повышенными содержаниями серебра, свинца, сурьмы, меди и висмута. По простиранию они прослеживаются сравнительно уверенно, контролируются протяженными разрывными нарушениями. Наибольшая длина рудного тела составляет 540 м, наименьшая длина – 45 м. Средняя длина рудных тел варьирует в пределах 200 м. Мощности рудных тел колеблются от 0,1 метра до 2,5 метров. Пространственно рудные тела представляют собой сильно уплощенные рудные столбы. Размах по вертикали составляет около 450 м, прослеженных от поверхности до нижнего сечения скважиной. В горизонтальных сечениях рудные тела имеют вид сильно уплощенных линзовидных, пластообразных залежей

По внутреннему строению подразделены на три типа: жилы и жильные зоны, штокверковые зоны, зоны милонитизации и дробления. Наиболее продуктивными являются жильные образования, в них отмечаются повышенные содержания полезных компонентов: серебро до 2 кг/т, свинца до 15%, сурьмы до 16%, меди до 7,5%, висмута до 0,6%. Рудные тела жильного типа содержат комплекс минералов серебряных, висмутовых и свинцовых сульфосолей и сопровождаются аргиллизитами. Руды характеризуются халькофильной геохимической специализацией. На месторождении основные рудообразующие элементы дают содержания: Ag (г/т) от 3 до 2250 (среднее 153,4), Sb (%) от 0,002 до 0,5 (среднее 0,23). Коэффициенты концентрации элементов 2191,4 и 1703,7, соответственно. В качестве отсутствующих элементов присутствуют (%): Pb от 0,05 до 1,5 (среднее 0,63) и Bi от 0,005 до 0,11 (среднее 0,027). Коэффициенты концентрации этих элементов достигают: Pb – 420, Bi – 750.

Основными рудными минералами являются сульфосоли ряда бурнонит – зелигманит, тетраэдрит, реже сульфиды: галенит, халькопирит, пирит, арсенипирит. Серебро сопровождает комплекс сопутствующих элементов, характеризующихся повышенными содержаниями свинца, меди, сурьмы и висмута. Текстуры руд пятнистые, удлиненные, коррозионные, катакластические, дроздовые, каркасные.

Руды месторождения с поверхности практически нацело окислены и представляют собой лимонитовые массы, среди ко-

торых встречаются охристые вторичные минералы: церуссит, биндгеймит, сенармонтит и реликты первичных минералов руд: тетраэдрита, галенита, халькопирита. Зона массового окисления характеризуется широким распространением образований лимонита практически по всем стенкам трещин в породах. Нижняя граница лимонитизации распространена на 150–200 м по нормали от поверхности.

По результатам поисковых работ 1971–1974 гг. прогнозные ресурсы «Озерной рудной зоны» до глубины 500 м составили серебра 14,1 тыс. т, сурьмы 100 тыс. т, свинца 374 тыс. т.

Оценка ресурсов категорий P_1 и P_2 руды, серебра и серебра условного по Озерному рудному полю (российская часть Озерно-Асхатинского рудного поля) выполнена по рудным зонам I, V, VI, VIII, IX, X.

Рудная зона I совпадает с главной разрывной структурой рудного поля – Озерным разломом, прослежена от месторождения Озерного до месторождения Асхатин, где имеет номер III. Протяженность зоны на российской территории 8,3 км, на участках Озерном и Пограничном она вскрыта канавами, в промежутках между участками прослежена маршрутами и одиночными канавами. В северо-восточном направлении от месторождения Озерного несколько ветвей зоны на протяжении 1,9 км вскрыты единичными канавами и прослежены поисковыми маршрутами. По данным опробования здесь установлены повышенные содержания серебра 30,2–240,9 г/т, 1259 и более 1000 г/т, меди 1%, сурьмы 1%, висмута 0,1%.

Рудная зона V прослежена маршрутами на протяжении 1500 м по северному склону выс.отм. 3464,8 в 500–800 м северо-западнее рудной зоны III, имеет несколько ветвей. В зоне по результатам опробования элювия и делювия выделен интервал длиной 900 м с промышленными или близкими к ним содержаниями серебра (34–3998 г/т) и попутных компонентов.

Рудная зона VI расположена в 1200 м северо-западнее участка Пограничный, в виде двух ветвей прослежена маршрутами и единичными канавами на протяжении 700 м, длина оруденелой части в которой установлены содержания серебра 100–3538 г/т составляет 600 м.

Рудная зона VIII прослежена маршрутами в 300–1200 м южнее рудной зоны I на протяжении 5,4 км, длина оруденелой части составляет в левобережье р.Кара-Оюк 1400 м, а в правобережье на протяжении

1800 м установлены содержания серебра от 38 до более 1000 г/т.

Рудная зона IX прослежена маршрутами в южной части рудного поля на протяжении 6,6 км. По данным точечного опробования выделяются интервалы рудной зоны с кондиционными и близкими к кондиционным содержаниями серебра и попутных компонентов протяженностью в левобережье р.Кара-Оюк – 2500 м, в правобережье – 1600 м. Зона характеризуется аномальными содержаниями серебра от 30 г/т до более 100 и 711,9 г/т установленными в 11 пунктах.

Рудная зона X прослежена маршрутами в южной части рудного поля на протяжении 2,7 км, длина оруденелой части учитываемой при оценке ресурсов части составляет в левобережье р. Кара-Оюк 2400 м. Зона характеризуется аномальными содержаниями серебра 100–490 г/т.

Суммарные запасы и ресурсы категории $C_2 + P_1 + P_2$ по рудному полю оцениваются в 31,5 млн т руды, 5255 т серебра, 8980 т серебра условного при содержании 167 и 285 г/т соответственно.

Прирост ресурсов относительно оценки 1987 г. составляет руды – 21,7 млн т, серебра – 3479 т, серебра условного – 6108 т, в том числе по категориям:

– категории P_1 руды – 1877 тыс. т, серебра – 188 т, серебра условного – 247 т;

– категории P_2 руды – 19828 тыс. т, серебра – 3291 т, серебра условного – 5861 т.

Прогнозные ресурсы Озерного месторождения категории P_1 составляют: 1122,7 т серебра, 37167 т свинца, 15442 т сурьмы, 18205 т меди, 2359 т висмута. Запасы серебра категории C_2 составляют 253,4 т.

В составе Озерного рудного поля: месторождение Озерное, северо-восточный фланг месторождения Озерного, Пограничное месторождение, участок Озерный Северный, участок Усть-Пограничный, участок Кара-Оюк.

Для Озёрного рудного поля запасы серебра категории C_2 составили –130 т, прогнозные ресурсы категории P_1 – 1277 т, категории P_2 – 1590 т. Для Озёрного рудного поля прирост прогнозных ресурсов категории P_1 составил – 247 т, категории P_2 – 5861 т.

Коксаирское ртутно-сереброрудное поле приурочено к серии разломов (Коксаирский, Полиметаллический и другие) широтной ориентировки, оперяющих Чарышко-Теректинский глубинный разлом в его южном блоке. Указанные разломы 2 порядка, по кинематике относящиеся к типу взбросо- и сбросо-сдвигов образуют

узкие горсты, к обрамляющим разломам которых и приурочены месторождения и проявления ртути, серебра, меди (Коксаирское, Отсалар I–III).

Коксаирское месторождение локализуется в зоне Кок-Саирского разлома, разделяющего образования кызылшинской и талдудюргунской свит девона, где эффузивно-осадочные образования последней по крутой (50–70°) плоскости сместителя надвинуты на породы кызылшинской свиты. Оруденение локализуется в отложениях талдыдюргунской свиты, сложенной лавами основного и среднего состава, туфами, полимиктовыми туфопесчаниками, туфогравелитами, туфоконгломератами. Оно приурочено к горизонту баритизированных и окварцованных туфоконгломератов. Их горизонт прослежен по простиранию на 600 м, мощность оруденелой полосы 10–100 м.

Наиболее обогащенные рудные гнезда приурочены к системе трещин отрыва северо-западного и широтного направления, форма трещин неправильная, жилообразная. Всего вскрыто и прослежено 12 рудных гнезд с ртутным оруденением, из которых наиболее крупными являются 4. Длина их 30–50 м, мощность 3–12 м. Большинство рудных тел падает в сторону плоскости сброса на север или северо-восток под углом 75–80°. Преобладает вкрапленный тип оруденения – киноварь в виде тонкой вкрапленности содержится в цементе конгломератов, в гальках туфовой состава, в зальбандах кварцевых, карбонатных, баритовых жил. Из рудных минералов, кроме киновари, отмечены метациннабарит, аргентит, арсенопирит, халькопирит, пирит, золото, самородное серебро, мельниковит, малахит, азурит, борнит, гетит, гидрогетит, галенит, церуссит. Нерудные – кварц, барит, кальцит, диксит. Максимальное содержание ртути по данным бороздового опробования достигает 1,178%, среднее содержание по рудным гнездам 0,06–0,34%. Гидротермальные изменения вмещающих пород выражены процессами баритизации, окварцевания, карбонатизации. Прогнозные запасы ртути составляют 1100 т из расчета 3,989 т на 1 м углубки. Выявлено 5 предполагаемых серебрянорудных тел типа минерализованных зон, содержание серебра в которых по результатам точечного опробования достигает 262,4 г/т. Протяженность их 110–300 м, мощность установлена только в одном рудном теле – 2,2 м при среднем содержании серебра 70 г/т, меди – 0,5%, свинца – 0,7%, ртути – 0,42%.

Месторождение Отсалар I. По геологическому строению и структурному положению месторождение подобно Коксаирскому. Оруденение приурочено к полосе гидротермально измененных туфов андезитовых порфиритов (шириной 50–150 м) талдудюргунской свиты нижнего девона, прослеженной в южном боку Коксаирского разлома на 1 км. Выделено 2 ртутно-серебряных рудных тела субширотного простирания с падением на юг под углом 55–60°. Они не имеют четко выраженных границ, контуры ртутной и серебряной минерализации не совпадают – серебряное оруденение располагается в подошве более мощных зон с ртутной минерализацией.

Первое рудное тело в южной части полосы гидротермально измененных пород. Ртутное оруденение прослежено на 95 м, серебряное – предполагается на 625 м, мощность тела на поверхности 8–12 м. Содержание ртути 0,08–0,27%, до 0,876%, серебра 40–288 г/т, меди 0,02–6,52%, сурьмы 0,15–1%, мышьяка 0,06–0,4%, свинца до 0,02%, бария до 6–11%. В одной пробе спектрохимическим анализом установлено 0,7 г/т золота.

Второе рудное тело располагается в 20 метрах севернее первого. На поверхности ртутное оруденение прослежено на 130 м, серебряное на 275 м, мощность 0,8–3,2 м, по падению до глубины 190 м при мощности 2,2 м. Содержания компонентов: ртути 0,07–0,22 до 0,33%, серебра до 69,3 г/т, меди до 2,99%, сурьмы до 0,02%, мышьяка до 0,4%, бария до 0,25%. Оруденение представляет собой рассеянную вкрапленность киновари с отдельными рудными гнездами размерами от 1 см до 5–10 м. Развита каолинизация, серицитизация, хлоритизация, участками карбонатизация, окварцевание. Руды интенсивно окислены. Минеральный состав включает блеклые руды ряда тетраэдрит-теннантит, пирит, халькопирит, борнит, редко арсенопирит. Вторичные: бравоит, марказит, борнит, халькозин, куприт, азурит, малахит, гидроксиды железа, гематит. Нерудные: барит, диксит, кальцит, каолинит.

В интервале между месторождениями Коксаир и Отсалар I прослеживается зона аргиллизированных пород мощностью 40–80 м, среди которых развиты минерализованные участки с малахитом, азуритом. В них содержание серебра достигает 100 и более г/т, меди > 1%, сурьмы до 0,3%, бария 0,3%. Месторождение высокоперспективное. Является комплексным по-

лисульфидным ртутьсодержащим. Запасы категории $C_1 + C_2$ до глубины 70 м составляют 26,2 тыс. т руды, 57,5 т ртути. Прогнозные ресурсы ртути до глубины 300 м оцениваются в 1100 т.

Месторождение Отсалар II. Оруденение приурочено к зоне Полиметаллического разлома, разделяющего отложения кызылшинской серии и барбургазинской свит, в окварцованных, гематитизированных, кварц-полевошпатовых песчаниках. Рудо-локализирующий разлом относится к правому взбросо-сдвигу. Минерализация развита как в самой зоне, так и в ее апофизах на площади $1,3 \times 0,8$ км. Выделено одно рудное тело и серия перспективных интервалов зоны минерализации. Рудное тело имеет субширотное простирание, северное падение под углом $40-46^\circ$. Рудное тело прослежено на запад на 1100 м. Оно сложено сидерит-лимонит-гетитовой жилой и лимонит-гетитовой брекчией, в лежачем боку которых находятся аргиллизированные песчаники с гетитом. Мощность 1,0 м. Жила и брекчия содержат обильную вкрапленность и гнезда, сложенные вторичными минералами меди, сурьмы, свинца, серебра, мышьяка. В составе вкрапленности определены реликтовые зерна блеклых руд, халькозина, золота (до 61 знака с размером золотинок $0,1 \times 0,1$ мм). Вторичные минералы: гетит, лимонит, малахит, азурит, церуссит, бисмит, бромаргирит. Содержания компонентов (%): меди 0,003–4,61, сурьмы 0,2–2,57, свинца 0,07–1, цинка 0,02–1, мышьяка 0,1–1, висмута 0,02–0,66, марганца до 0,7, бария до 1–3, серебра 10–1641 г/т. Вмещающие породы катаклазированы, аргиллизированы, баритизированы, омарганцованы, лимонитизированы. Развита зона окисления. Зона разлома фиксируется вторичными геохимическими ореолами свинца 0,1–0,7%, серебра 10–100 г/т, мышьяка 0,01–0,07% сурьмы 0,005–0,03%.

Вторичные минералы представлены гетитом, лимонитом, малахитом, азуритом, биндгеймитом, церусситом, бисмитом, бромаргиритом. Суммарное количество рудных минералов достигает 15–20%. Параметры рудного тела следующие: мощность 1,84 м, содержание серебра – 498,8 г/т, меди – 0,52%, сурьмы – 0,87%, мышьяка – 0,51%, свинца – 0,51%, цинка – 0,51%, висмута – 0,11%.

Содержания компонентов достигают: серебра – 1641 г/т, меди – 4,61%, сурьмы – 2,57%, свинца более 1%, цинка 1%, мышьяка более 1%, висмута – 0,66%.

В центральной части рудное тело 1 вскрыто скважиной 5 на глубине 41,2 м, здесь оно представлено брекчией аргиллизированных песчаников сцементированных ярко-желтыми лимонитовыми охрами. Рудное тело имеет мощность 1,23 м, содержание серебра – 339,1 г/т, меди – 0,17%, сурьмы – 2,34%, свинца – 2,84%, мышьяка – 0,1%.

Для Коксаирского рудного поля определены прогнозные ресурсы серебра категории P_2 до глубины 300 м – 2500 т, меди 138 тыс. т, сурьмы 63 тыс. т, серебра условного 3300 т, при средних содержаниях 155 г/т, 0,7%, 0,41%, 205 г/т, соответственно.

В целом для Юстыдского рудного узла определены прогнозные ресурсы серебра категорий P_1 – 5822 т, P_2 – 25347 т.

Таким образом, серебряное оруденение в Горном Алтае представлено жильным, штокверковым эпитермальным типом серебро-сурьмяной и ртутно-серебряной формаций позднепермско-раннеюрского этапа.

Список литературы

1. Борисенко А.С., Оболенский А.А., Бедарев Н.П. Серебряно-сурьмяная рудная формация. Часть 1: Геология, минералогия, эндогенная зональность оруденения. – Новосибирск: Наука, 1992. – 315 с.
2. Гусев А.И. Минералогия и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: БПГУ, 2010. – 382 с.